

## JB 本四高速情報

### 多々羅大橋のケーブル近接点検における取組

多々羅大橋（斜張橋：L=1,480m）のポリエチレン被覆されたケーブル表面（168 本）を観察したところ、一部で微小な亀裂が確認されました。そのため、路面から 2m の高さまで、調査したところ、47 本で同様の亀裂が確認されました。発生形態は、インデント加工された円周部や底部に多く、発生位置は、側径間かつケーブル上面に集中していました。亀裂が確認された 47 本中 24 本について、ケーブル表面被覆（t=10mm）を削孔し、深さ方向の断面観察を行った結果、疲労亀裂特有のビーチマークが確認されました。亀裂深さは最大で 4mm でした。また、削孔したケーブルのうち、2 本において、素線の白さびやさびが一部確認されました。

ケーブル被覆内部の腐食の有無を確認するため、渦流探傷試験法を用いて路面から 3.5m の高さまで調査をしたところ、側径間で亜鉛めっきの消耗と推定されるケーブルが 11 本確認されました。外観観察結果と照合したところ、ほぼ同様な結果が得られました。

今回の調査箇所は、路面からアクセスできる範囲のみであり、腐食の原因究明もできなかったことから、当社で新たに高所での点検データも取得可能である点検装置を開発し、実橋試験を行いました。

今後は、定期点検と併せて開発した点検装置を活用し、ケーブル全長の表面・内面の点検を実施予定です。



写真-1 インデント加工  
Photo 1 Indent pattern

## Activity of HSBE

### Efforts for close visual inspection of the Tataru bridge cables

Upon inspecting the surface of the polyethylene-coated cables (168 cables in total) of the Tataru Bridge (a cable-stayed bridge with a length of 1,480 meters), microcracks were observed in some areas. A more detailed investigation was carried out up to a height of 2 meters from the road surface, revealing similar cracks in 47 cables.

These cracks were predominantly found at circumference and bottom of the indent of the cables, with a concentration on the upper side between the side spans. Cross-sectional observation was conducted on 24 of the 47 cracked cables by drilling into the 10 mm-thick surface coating. This revealed "beach marks," characteristic of fatigue cracks. The maximum crack depth was 4 mm. In addition, two of the drilled cables showed partial presence of white rust and rust on the steel wires.

To assess internal corrosion beneath the cable coatings, eddy current flaw detection testing was performed up to a height of 3.5 m from the roadway. The test identified 11 cables in the side spans exhibiting indications of zinc coating depletion, suggestive of internal corrosion. These results corresponded closely with visual inspection findings.

Since the current inspection area was limited to sections accessible from the road surface and the cause of corrosion could not be determined, HSBE developed a new inspection device capable of collecting data from higher locations and conducted a field test on the actual bridge.

Moving forward, HSBE plan to use this newly developed inspection device together with regular inspections to examine both the outer and inner surfaces along the entire length of the cables.



インデント円周端の亀裂 削孔後の素線状況

写真-2 インデント加工部の亀裂と削孔後の素線状況  
Photo 2 Crack Formation in Indented Sections and Condition of Steel Strands After Drilling

# JB 本四高速情報

## スマートフォンアプリによる斜張橋ケーブルの張力測定(固有振動数特定)

瀬戸大橋を構成する斜張橋の櫃石島橋、岩黒島橋で、ケーブルの張力測定にスマートフォンの活用試験を実施しました。

斜張橋ケーブルの張力測定は、ケーブルの固有振動数を特定し、ケーブル諸元との関係式から、張力を算出(振動法)しますが、ケーブルの固有振動数の特定は、ケーブルの振動を加速度計で計測しFFTアナライザで高速フーリエ変換して行います。

しかしこの従来の方式は高精度な計測ができる一方で、加速度計とFFTアナライザの2つの計測器が必要となり機材費が高額でかつ現場での取り回しが悪いという課題がありました。

このため斜張橋ケーブルの張力測定の経済性と作業性の向上を図ることを目的に、垂直な吊橋ハンガーロープの張力測定で実績のあるスマートフォン1つでケーブルの加速度を測定し固有振動数を特定する「テンションリーダー」を斜張橋ケーブルに適用する試験を実施し従来方式との比較を行いました。

図-1 にケーブル番号位置を、図-2 に従来方式(FFTアナライザ)とテンションリーダーによるケーブル張力の算出結果(抜粋)を示しますが、テンションリーダーでも高い精度で測定可能なケーブルがあることが分かりました。しかしながら、No.9~14などのケーブル長の短い箇所などでは、大きな誤差が生じたり、算定ができない箇所も確認されました。

今後は、テンションリーダーの斜張橋ケーブルへの適用可能範囲を検証し、従来方式との組み合わせ等について引き続き検討を行っていく予定です。



写真-3 ケーブル張力の測定状況  
Photo 3 Cable tension measurement

# Activity of HSBE

## Cable tension measurement with smartphone app in cable-stayed bridges

Honshi-Expressway Bridge Engineering(HBE) conducted the demonstration test of cable tension measurement with smartphone app in Hitsuishijima and Iwakurojima bridge, which is one of the Seto-Ohashi Bridges.

The cable tension is calculated by using the natural frequency and characteristics of the cable. Natural frequency is determined by measuring the vibration of the cable with an accelerometer and carrying out fast Fourier transform with an FFT analyzer.

However, while this conventional method enables highly accurate measurement, it requires two measuring instruments, an accelerometer and an FFT analyzer, which are expensive and difficult to handle on actual bridges.

Therefore we conducted the cable tension measurement with “Tension Reader”, which can measure the acceleration and natural frequency for suspender ropes in suspension bridges with a smartphone, and compared with the conventional method to improve the economy and workability of cable tension measurement in cable-stayed bridges.

Figure1 and 2 show the cable position numbers and the cable tension calculation results (excerpt) by using the conventional method (FFT analyzer) and Tension Reader.

We found that the cable tension at some cables could be measured with high accuracy by using Tension Reader. On the other hand, there were some cables which could not be calculated accurately because the cable length is short (No.9-No.14). In the future, we plan to verify the applicability range of Tension Reader to cable-stayed bridges and continue to study the combination of Tension Reader with the conventional method.

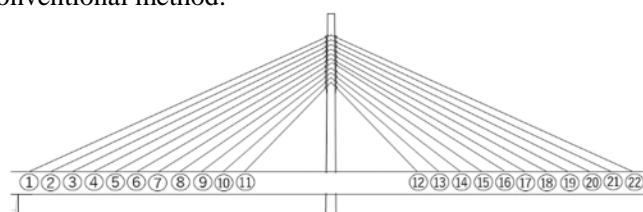


図-1 ケーブル位置番号  
Fig.1 Cable position numbers

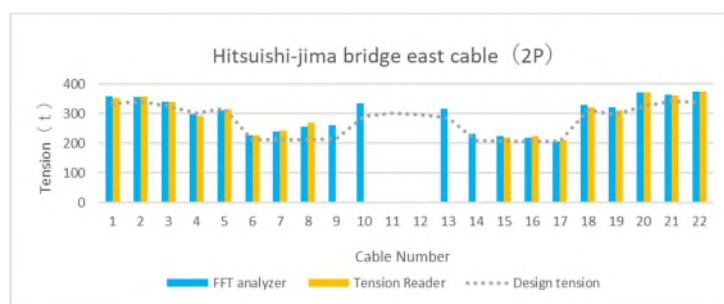


図-2 ケーブル張力の算出結果  
Fig.2 Cable tension calculation results





# 国内プロジェクト

## ツインブリッジのと(中能登農道橋)の暫定供用開始について

「ツインブリッジのと」(中能登農道橋)は、石川県七尾市中島町字長浦と能登島通町を結び、石川県が平成4年～平成11年(7ヶ年)にかけて建設し、現在は七尾市が管理している農道橋です。農産物の輸送道路として、また、島民の生活道路として利用されていることに加え、島内にある能登島水族館へのアクセス道路やサイクリングロードなどとして、島外の人達にも活用されています。構造形式は、3 径間連続P C斜張橋(450m)と2 径間連続P C箱桁橋(170m)で構成される全長 620mのプレストレスコンクリート橋です。

令和6年1月1日16時10分に発生した能登半島地震は、マグニチュード7.6、深さ約16km、石川県輪島市と志賀町で震度7を観測し、「ツインブリッジのと」においても、支承の損傷や脱落により、橋桁と橋台の間に約40cmの段差が生じたり、橋脚基部の鉄筋の破断や変形、箱桁部のPC鋼材が露出したりするなどの被害が発生し、通行止め措置を行うこととなりました。特に損傷の大きかったP3橋脚基部については、3方面で鉄筋の破断が確認され、ほとんどの鉄筋に塑性変形が確認されました。

復旧工事においては、石川県が七尾市から受託して応急工事を実施することとなり、緊急輸送道路に位置付けられていることなどから、暫定での供用開始を目指すこととし、海上や高所での作業にかかる資材の運搬や、橋桁内部に電力ケーブルが添架されていることなどが大きな支障となりましたが、施工業者や関係各位の協力もあり、令和7年6月16日から車両の重量規制を行った上で、片側交互通行による暫定供用が開始されました。引き続き、一日も早い完全復旧を目指して、全力で取り組んでいるところです。

(石川県より情報提供して頂きました。)



写真-4 P3橋脚基部の被害状況

Photo 4 Damage to the base of the Pier 3

# Project in Japan

## Temporary opening of Twin Bridge Noto (Nakanotonodo Bridge)

Nakanotonodo Bridge, also known as Twin Bridge Noto, connects Nanao City to Notojimatori Town in Ishikawa Prefecture. The bridge was built between 1992 and 1999, and is now used as the farm road bridge, managed by Nanao City. In addition to being used as a road for islanders and transportation of agricultural products, it's also used as a cycling road and an access road to the Notojima aquarium on the Noto Island. It is a prestressed concrete bridge spanning a total length of 620 meters, consisting of a continuous three-span 450-meter cable-stayed bridge and a continuous two-span 170-meter box girder bridge. The Noto Peninsula Earthquake, with a magnitude of 7.6 and a depth of about 16km, occurred at 16:10 JST on January 1, 2024. In Wajima City and Shiga Town of Ishikawa Prefecture, a Japanese seismic intensity of 7 was observed. There were some damages, including a vertical displacement of approximately 40cm between the abutment and the girder due to the breaking of bearings and dropping of the girder, breaking and deformation of reinforcing bars at the base of the pier, and an exposed prestressing steel of the box girder. Therefore, it was necessary to take measures to close the road.

Ishikawa prefecture carried out emergency works under contracts from Nanao City. Since this bridge is positioned as an emergency transportation road, it was decided to be open for provisional service. There were some issues in carrying out the emergency works, such as transporting materials over the sea and at heights, and the presence of power cables inside the girder. However, due to the cooperation of the constructors and all parties involved, it was opened provisionally as one-lane alternating traffic with a weight restriction from 16th June, 2025. Ishikawa prefecture strive to achieve the full restoration as soon as possible.

(This information was provided by Ishikawa prefecture.)



写真-5 箱桁端部の被災状況

Photo 5 Damage to the end of the box girder



# 海外プロジェクト

# Overseas Project

## ジョージワシントン橋におけるハンガーロープ取替及び主ケーブル改修

## Suspender ropes replacement and rehabilitation of the main cable on George Washington Bridge

ジョージワシントン橋は、米国のニューヨークに架かる橋長 1,450m の吊橋です。上路は 1931 年、下路は 1962 年に供用が開始されました。20 億米ドルの「Restoring the George」プログラムは、94 年前の開通以来、最も包括的な改修プログラムです。本プログラムは、橋のほぼ全ての主要部材と、橋の両側の取付道路を対象としており、年間約 1 億台の通行車両による橋の傷みに対処するものであり、2030 年に完了する見込みです。ハンガーロープ取替及び主ケーブル改修は、プロジェクトの中で最も規模と影響が大きい工事であり、内容は次のとおりです。

- (1) 592 本全てのハンガーロープと手摺の取替、主ケーブルの改修、セキュリティ強化、上路の歩道取替等
- (2) 湿度を 40%以下に維持することで防食を図る最先端のケーブル送気乾燥システム、アンカレージ内部の除湿システムの設置
- (3) 破断が疑われる素線の数と位置をモニタリングし、今後の主ケーブルの状態把握を支援するための、最先端の音響モニタリングシステムの設置

592 本のハンガーロープ取替工は、7 年間にわたる複雑で緻密な作業となりました。各格点のロープ取替では、橋の重量を支えるために架替対象とその隣接する格点において仮ロープを設置し、その後現ロープを取り外しました。その後、新しいロープを橋桁に取り付けて固定し、最後に仮設ロープを取り外しました。作業は、道路交通を確保しながら完了しました。ハンガーロープの長さは、11m から 205m でした。ハンガーロープ取替工は 2018 年の 9 月に開始し、2025 年 3 月に完了しました。

主ケーブル改修工では、主ケーブル 1 本あたり 26,474 本の素線を有する主ケーブルに対して、塗替塗装及び再ラッピングが行われました。主ケーブルの更なる長寿命化のために、ゴムラッピングに加えて、ケーブル内の湿度を低減するためのケーブル送気乾燥システムが設置されました。

(ニューヨーク・ニュージャージー港湾公社から情報提供いただきました。)

George Washington Bridge is a suspension bridge with the length of 1,450m and located in New York, USA. The upper and lower level of road was opened to traffic in 1931 and 1962, respectively. The \$2 billion “Restoring the George” program is one of the most comprehensive rehabilitation since the bridge opened 94 years ago. It touches nearly every major component of the bridge and connecting roadways on both sides of the span, addressing wear and tear from the approximately 100 million vehicles that use the crossing annually. The entire program is expected to be completed in 2030. The suspender ropes replacement and rehabilitation of the main cable is the largest and most impactful project. The scope of rehabilitation is as below.

- (1) Replacement of all 592 suspender ropes and handrails, main cable rehabilitation, security enhancements, upper level sidewalk replacement, etc.
- (2) Installation of state-of-the-art dehumidification systems for the main cables, as well as the anchorages, which will maintain a 40% humidity level in order to limit potential corrosion.
- (3) Installation of state-of-the-art acoustic monitoring system throughout the main cables in order to monitor number and location of potential wire breaks in the future and help track the condition of the main cables moving forward.

Replacing each of the bridge's 592 suspender ropes was a complex, meticulous process over seven years. At each panel point along the bridge, crews secured temporary ropes being replaced as well as the adjacent panel points to support the bridge's weight at that location, then disconnected and removed the original ropes. Crews then installed and secured the new ropes to the span's girders, finally disconnecting the temporary ropes. The work was accomplished while allowing traffic to continue flowing across the span. The suspender ropes range in length from 11m to 205m. The replacement work started in 2018 September and finished in 2025 March.

As to the rehabilitation of the main cable, the 26,474 compacted wires within each cable were recoated and rewrapped. To further extend the lifespan of the main cables, a new elastomeric wrap was added, along with a new dehumidification system to reduce moisture within the cables. (This information was provided by Port Authority of NY & NJ.)



写真-6 (左)ハンガーロープ取替工、(右)主ケーブルの足場

Photo 6 (Left) Replacement of suspender ropes, (Right) Scaffolding under the main cable



写真-7 主ケーブルの塗替塗装工  
Photo 7 Recoating of the main cable

# 海外プロジェクト

# Overseas Project

## ハイコースト橋における粘性ダンパー改修 (スウェーデン)

## Rehabilitation of hydraulic dampers on the High Coast Bridge in Sweden

スウェーデンのハイコースト橋は、中央支間長1210mの吊橋で、1997年に供用開始しました。本橋は、塔部に鉛直支承が無く、両端のアンカレイジ部で橋軸方向に約2m(±0.9m)変位できる構造です。また、両端のアンカレイジ部に粘性ダンパーが設置されており、通行車両(や振動)による急激な変位を抑制し、温度や風による緩やかな変位は許容する構造となっています。

供用後25～30年が経ち、現場施工が困難なダンパーのメンテナンスが必要となっています。2024年にHornö側のダンパーが改修され、2026年にはVeda側のダンパーが改修される予定です。ダンパーは取外し可能な設計となっていたのですが、重量が大きく、作業スペースが非常に狭隘なため、改修プロジェクトでは多くの課題に直面しました。

第1の課題は、アンカレイジ部でダンパーを固定している鋼製ブラケットの撤去でした。緊張鋼棒を防食するために、建設時にグラウト注入されており、ジャッキを使用して撤去することが不可能でした。緊張鋼棒は、溶断する必要がありました。

第2の課題は、現場からダンパーを搬出するためのリフティングビーム及び走行台車を設計することでした。走行台車は、鋼製ブラケットの上部スペースに収まるほど小型でありながら、重量11トンの荷重に耐えられる必要がありました。

第3の課題は、鋼部材を地面まで降ろす方法を見つけることでした。ジャッキ専門業者が自社開発したジャッキにより作業を無事に完了させました。その後、ダンパーは取外され、工場で全面的な改修が行われました。

その後に、最大の課題であるアンカレイジ内部の緊張鋼棒の撤去が始まりました。216本の緊張鋼棒は、非常に小さい余裕幅をもってドリル削孔されました。緊張鋼棒の周辺には、多数の鉄筋が在りこれらを保護する必要がありました。最後に、改修されたダンパーが再設置され、鋼製ブラケットが取り付けられました。この際、新規の緊張鋼棒にグラウト注入はしませんでした。緊張鋼棒は除湿されており、次の改修時にダンパーの取外しはより簡単になるよう配慮されています。

(本記事は、スウェーデン運輸省から提供いただきました。)



写真-8 ハイコースト橋  
Photo 8 High Coast Bridge

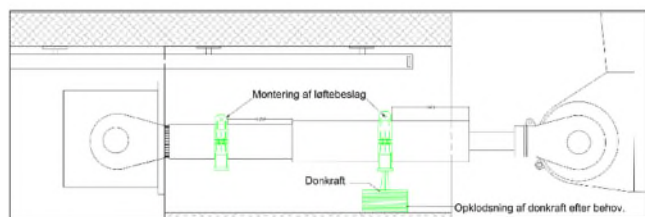


図-3 ダンパー及び鋼製ブラケット側面図  
Fig.3 Side view of damper and steel structures

The High Coast Bridge is a suspension bridge with a center span of 1210m. The bridge is located in Sweden and was opened to traffic in 1997. The bridge is a suspension bridge with no vertical bearings at the pylons and can move almost 2 meters (+/- 0.9 m) in longitudinal direction at each abutment.

The bridge is equipped with hydraulic dampers at each abutment that dampen fast movements from traffic (vibration) but allows slow movements from temperature and wind. After 25-30 years of opening, the dampers are in need of maintenance that cannot be carried out on site. In 2024, the dampers on the Hornö side were renovated, and in 2026, the dampers on the Veda side will be renovated. The bridge was prepared to allow and enable the dismantling of the dampers but nevertheless the project was full of challenges. The dampers are heavy and the space available is very limited.

The first challenge was remove the steel construction holding the damper at the abutment. Due to protect the prestressed bars from corrosion, they were injected at construction which made it impossible to dismantle them by using a jack. The bars had to be cut with cutting torch.

The second challenge was to design a lifting beam and running stroller that was small enough to fit above the steel construction holding the damper but strong enough to withstand the forces. The steel construction weighs 11 tonnes.

Next challenge was to find a solution to lower the steel construction to the ground. A specialized jacking firm with self-developed jacks did the job with perfection. The dampers were then removed and sent to a workshop for a total refurbishment.

Now the biggest challenge could start. The removal of the prestressed bars in the abutment. 216 bars were drilled with very small margins. There is a lot of reinforcement around the bars that had to be protected. Finally, the refurbished dampers were put back in place and the steel construction mounted but this time the new prestressed bars were not injected. They are dehumidified so the next time the dampers will have to be dismantled it will be much easier.

(This information was provided by Trafikverket, Swedish Transport Administration.)



写真-9 リフティングビームによる撤去・搬出状況  
Photo 9 Removal with lifting beam

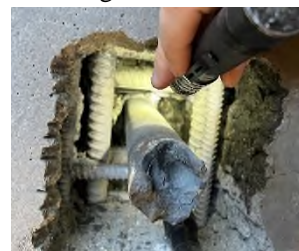
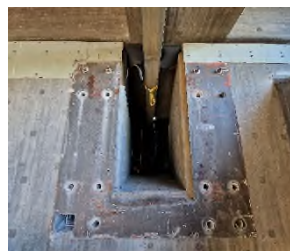


写真-10 緊張鋼棒の削孔・撤去  
Photo 10 Removal of prestressed bar by drilling



# 国際会議

## IABSE シンポジウム 2025 東京

2025 年 5 月 18 日から 21 日にかけて、国際構造工学会 (International Association for Bridge and Structural Engineering : IABSE) シンポジウム 2025 が東京で開催されました。

IABSE は、土木構造物の計画、設計、建設、維持管理、補修に関する技術と研究成果を発信するために 1929 年に設立され、毎年、会議とシンポジウムを開催しています。今年のシンポジウムは「持続可能なアプローチに焦点を当てた環境に優しい技術と構造」をテーマに掲げ、416 件の発表が行われました。主なトピックは、グリーンインフラ、新エネルギー施設、カーボンニュートラル、SDGs、木材やその他の自然素材、災害レジリエンス、持続可能な構造物とプロジェクト、先進的な設計と構造解析、建設・維持管理の技術、デジタルツインと AI など、多岐にわたる議題が取り上げられ、建設から維持管理に至る幅広い分野における研究発表や活発な議論が展開されました。

本四高速からは、展示ブースにて当社の長大橋の維持管理技術を紹介するとともに、5 月 23 日に開催されたテクニカルツアーにて明石海峡大橋の塔頂案内を実施しました。

次回の IABSE シンポジウム 2026 は、デンマークのコペンハーゲンで開催される予定です。



写真-11 基調講演のようす  
Photo 11 Plenary keynote

# International Conference

## IABSE Symposium 2025, Tokyo

From May 18-21, 2025, the International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Symposium 2025 was held in Tokyo, Japan.

IABSE was founded in 1929 as a forum for the dissemination of various technologies and research results related to the planning, design, construction, maintenance and repair of civil engineering structures, and is held annually with congresses and symposium.

Under the theme "Environmentally Friendly Technologies and Structures – Focusing on Sustainable Approaches", this year's symposium had 416 presentations about following topics; Green Infrastructure, New energy facilities, Carbon neutral technologies, SDGs, Timber and other natural materials, Disaster Resilience, Sustainable structures and projects, Advanced design and structural analysis, Technologies in construction, operation and maintenance, and Digital twin & AI. There were presentations of research and lively discussions in a wide range of fields from construction to maintenance.

Honshu-Shikoku Bridge Expressway Company (HSBE) exhibited the maintenance technologies for long-span bridges. Also, HSBE held the technical tour at the Akashi-Kaikyo Bridge on May 23.

The next IABSE symposium in 2026 will be held in Copenhagen, Denmark.



写真-12 明石海峡大橋でのテクニカルツアー  
Photo 12 Technical tour on Akashi-Kaikyo Bridge

本州四国連絡高速道路株式会社  
〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 (アーバンエース三宮ビル)  
Tel: 078 (291) 1071 Fax: 078 (291) 1087  
長大橋技術部 (長大橋技術センター)  
<https://www.jb-honshi.co.jp>

Honshu-Shikoku Bridge Expressway Co., LTD.  
4-1-22 Onodori, Chuo-ku, Kobe, 651-0088, Japan  
Tel: +81-78-291-1071 Fax: +81-78-291-1087  
Long-Span Bridge Engineering Center  
<https://www.jb-honshi.co.jp>

### 発注者支援業務について

本州四国連絡高速道路株式会社では、本州四国連絡橋の建設・維持管理を通じて培った技術を発注者支援業務という形で提供を進めてまいります。橋梁の計画・設計・施工から維持管理まで、事業主体の立場に立って技術的サポートをさせていただきます。ご相談連絡先：長大橋技術部 技術支援課 TEL 078 (291) 1337